

ANALISIS METODE *RIPPING* UNTUK MENGOPTIMALKAN FRAGMENTASI BATUBARA DALAM RANGKA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR BACKHOE* DI TAMBANG BANKO BARAT PT BUKIT ASAM (PERSERO), TBK

ANALYSIS OF *RIPPING* METHOD TO OPTIMIZE COAL FRAGMENTATION IN ORDER TO INCREASE PRODUCTIVITY OF *BACKHOE EXCAVATOR* IN TAMBANG BANKO BARAT PT BUKIT ASAM (PERSERO), TBK

Romario Sebastian¹, M. Taufik Toha², Bochori³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, Sumatra Selatan, 30139, Indonesia

PT Bukit Asam (Persero), Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan, 31713, Indonesia

E-mail: sebastian_romario@yahoo.co.id

Abstrak

Metode *ripping* bertujuan untuk memaksimalkan kinerja *ripper bulldozer* agar menghasilkan fragmentasi hasil *ripping* yang baik. Fragmentasi hasil *ripping* dianjurkan berukuran < 20 cm sebagai persyaratan *feeder hopper* dan untuk memudahkan proses loading. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi metode *ripping* dan mencari metode *ripping* yang paling efektif untuk mengoptimalkan produksi. Metode penelitian yang digunakan adalah observasi langsung metode *ripping* serta pengaruhnya terhadap variabel seperti fragmentasi, kinerja *ripper bulldozer* dan produktivitas *excavator backhoe*. Berdasarkan pengamatan, metode *ripping* aktual menggunakan metode *ripping* silang siur dengan spasi 1,6 meter. Rata-rata persen fragmentasi ukuran > 20 cm dari kondisi aktual adalah 13,90 %. Perbaikan fragmentasi dilakukan dengan cara memperpendek spasi *ripping* menjadi 1 meter. Rata-rata persen fragmentasi ukuran > 20 cm dari kondisi perbaikan dengan spasi 1 meter adalah 2,24 %. Penurunan rata-rata persen fragmentasi ukuran > 20cm sebesar 11,66 %. Berdasarkan perhitungan, kenaikan produktivitas *ripping-dozing bulldozer CAT D9R* dari kondisi aktual ke kondisi perbaikan sebesar 16,69 % dan kenaikan produktivitas *excavator backhoe Komatsu PC 400* dari kondisi aktual ke kondisi perbaikan sebesar 19,49 %. Geometri *ripping* perbaikan dengan spasi 1 meter lebih efektif untuk mengoptimalkan produksi dan menurunkan persen fragmentasi > 20 cm.

Kata kunci: metode *ripping*, fragmentasi batubara, kinerja *ripper bulldozer*, produktivitas *excavator backhoe*

Abstract

Ripping method aims to maximize *ripper bulldozer* performance for producing the good *ripping* fragmentation result. Fragmentation results of *ripping* recommended size <20 cm as a *hopper feeder* requirements and to facilitate the process of loading. The purpose of this study is to evaluate the *ripping* method and seek the most effective methods for optimizing the production. The method that used is the direct observation *ripping* method and its influence on variables such as fragmentation, performance *ripper bulldozer* and *backhoe excavator* productivity. Based on observation, the actual *ripping* method using the method of *ripping* cross-maze with a space of 1,6 meters. The average percent fragmentation size > 20 cm from the actual condition is 13,90%. Repair fragmentation is done by shortening the spaces *ripping* into 1 meter. The average percent fragmentation size > 20 cm from the repair condition with space 1 meter is 2,24%. Decline in average percent fragmentation size > 20 cm is 11,66%. According to calculation, increasing in *CAT D9R bulldozer ripping-dozing* productivity from the actual condition to the repair condition is 16,69% and an increase in productivity of *Komatsu PC 400*

excavator backhoe from the actual condition to the repair condition is 19,49%. The repair ripping geometry with space 1 is more effective to optimize production and decreasing percent fragmentation size > 20 cm.

Keywords: ripping method, coal fragmentation, ripper bulldozer performance, excavator backhoe productivity

1. PENDAHULUAN

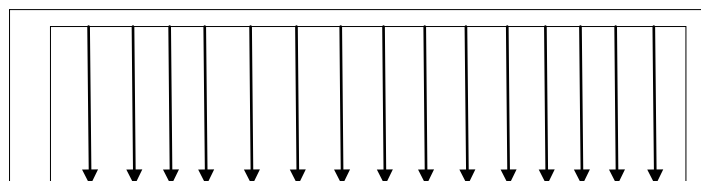
Salah satu cara pembongkaran dengan alat mekanis yaitu dengan cara *ripping*. *Ripping* merupakan metode pemberaian material dengan menggunakan *ripper* pada *bulldozer* [1]. Metode *ripping* bertujuan untuk memaksimalkan kinerja *ripper bulldozer* pada proses *ripping* batubara agar menghasilkan fragmentasi hasil *ripping* yang baik. Fragmentasi batubara hasil proses *ripping* dianjurkan lebih baik berukuran < 20 cm sebagai persyaratan sebagai *feeder hopper* dan untuk memudahkan proses *loading*. Metode *ripping* dapat dilakukan bila nilai UCS materialnya berkisar antara 1,7 MPa (*easy ripping*) dan 20 MPa (*very hard ripping*) [2]. Kekuatan *ripper* bergantung pada gigi-gigi yang masuk ke dalam tanah dan mesin penarik *ripper* yaitu *bulldozer* [3]

Fragmentasi batubara hasil proses *ripping* di *seam C* Pit 1 Utara Banko Barat PT Bukit Asam (persero), Tbk. menghasilkan fragmentasi batubara > 20 cm dengan jumlah yang cukup banyak. Keberadaan fragmentasi batubara hasil *ripping* dengan ukuran > 20 cm dapat menyebabkan *excavator backhoe* mengalami hambatan pada proses *loading*. Hambatan tersebut dikarenakan *excavator backhoe* harus terlebih dahulu menghancurkan batubara sebelum melakukan *loading* sehingga dapat menurunkan produktivitas *excavator backhoe*. Penurunan produktivitas *excavator backhoe* tersebut dapat menyebabkan ketidaktercapaian produksi batubara. Hal inilah yang melatarbelakangi pentingnya untuk mengevaluasi metode *ripping* agar memenuhi target produksi yang diinginkan perusahaan.

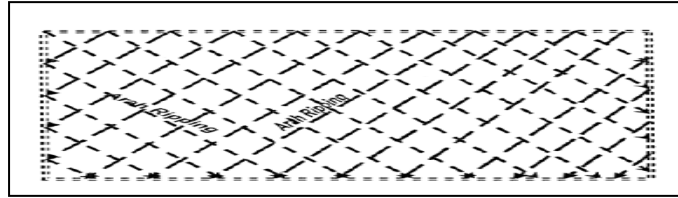
Penelitian ini terkait dengan evaluasi metode *ripping* serta pengaruhnya terhadap variabel seperti fragmentasi, kinerja *ripper bulldozer* CAT D9R dan produktivitas *excavator backhoe* Komatsu PC 400. Tujuan penelitian ini adalah mencari metode *ripping* yang paling efektif untuk menghasilkan fragmentasi yang baik dan mengoptimalkan produksi.

Metode *ripping* yang diterapkan terdiri dari 2 metode, yaitu metode *ripping* berdampingan (Gambar 1) dan metode *ripping* silang siur (Gambar 2). Metode *ripping* berdampingan digunakan pada penggalian lapisan material yang relatif mudah terbongkar. Metode ini relatif lebih cepat dibandingkan dengan metode silang siur, sehingga dapat menghemat waktu kerja *ripper*. Metode ini dilakukan dengan cara menggaru dengan *ripper* secara berdampingan atau sejajar ke satu arah. *Ripper* melakukan satu kali *ripping* dan kembali ke posisi semula, selanjutnya *ripper* akan maju kembali menggaru dengan spasi tertentu dari hasil *ripping* sebelumnya (jarak antar line *ripping*). Selanjutnya *ripper* akan terus bergerak ke samping hingga seluruh area *ripping* terbongkar [4] .

Metode silang siur digunakan pada penggaruan material yang relatif keras dan sukar untuk dibongkar. Metode ini dilakukan dengan cara dilakukan *ripping* penyilangan dengan arah tegak lurus arah *ripping* sebelumnya. Tujuan dari metode *ripping* ini adalah untuk menghasilkan hasil *ripping* dengan ukuran yang relatif kecil [4]. *Ripping* silang siur memerlukan waktu yang lebih banyak dibandingkan *ripping* berdampingan untuk membongkar material dengan luas yang sama [5].



Gambar 1. Metode *ripping* berdampingan



Gambar 2. Metode *ripping* silang siur

Produktivitas *Ripping Bulldozer* dapat dihitung melalui persamaan. Persamaan untuk menghitung estimasi produktivitas *ripping* dengan giant *ripper* [6] dapat dilihat pada persamaan 1:

$$P_{Ripper} \text{ (Ton/jam)} = \frac{\text{Kedalaman}^2 \times \text{Jarak } \textit{ripping} \times 3600 \times \text{Eff. Kerja} \times \text{Swell Factor}}{\text{Cycle Time}} \times \text{Dens. Batubara} \quad (1)$$

Produktivitas *Dozing Bulldozer* dapat dihitung melalui persamaan. Persamaan untuk menghitung estimasi produktivitas *ripping* dengan giant *ripper* [6] dapat dilihat pada persamaan 2:

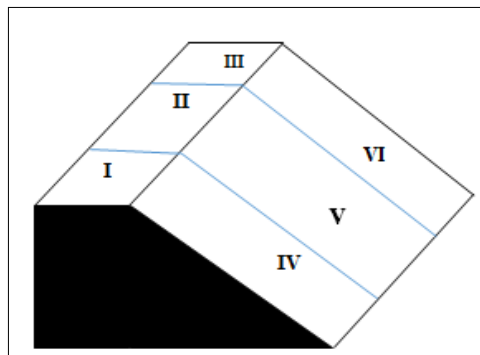
$$P_{Bulldozer} \text{ (Ton/jam)} = \frac{\text{Kapasitas Blade} \times 3600 \times \text{Eff. Kerja} \times \text{Swell Factor}}{\text{Cycle Time}} \times \text{Dens. Batubara}$$

Produktivitas *Excavator Backhoe* dapat dihitung melalui persamaan. Persamaan untuk menghitung estimasi produktivitas *excavator backhoe* [6] dapat dilihat pada persamaan 3:

$$P_{excavator} \text{ (Ton/Jam)} = \frac{\text{Kapasitas Bucket} \times \text{Faktor Bucket} \times 3600 \times \text{Eff. Kerja} \times \text{Swell Factor}}{\text{Cycle Time}} \times \text{Dens. Batubara}$$

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada pada *seam* C Pit 1 Utara Banko Barat PT Bukit Asam (persero), Tbk. Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatra Selatan. Lokasi dapat dicapai dari Kota Palembang menggunakan transportasi lewat jalan raya dengan jarak tempuh ± 200 kilometer dan menggunakan kereta api dengan jarak tempuh ± 190 kilometer. Penelitian dilaksanakan mulai tanggal 7 November 2016 sampai 30 Desember 2016. Penelitian ini dibagi menjadi 4 bagian, yaitu pengamatan metode *ripping*, analisis fragmentasi, perhitungan produktivitas *ripper bulldozer* dan produktivitas *excavator backhoe*.



Gambar 3. Titik-titik bagian pengambilan sampel foto dari tumpukan batubara

Produktivitas *rip* Analisis fragmentasi diantaranya adalah pengambilan sampel foto dari titik-titik pada bagian tumpukan hasil material *ripping* (Gambar 3) yang telah didorong oleh blade dozer. Sampel foto yang telah diambil dianalisis. Pengamatan metode *ripping* diantaranya adalah pengamatan metode *ripping* yang digunakan di lokasi penelitian dan pengukuran langsung luas kerja *ripping*, spasi *ripping*, dan kedalaman *ripping* menggunakan pita ukur menggunakan software *split dekstop 2.0* untuk mengetahui persen fragmentasi ukuran > 20 cm pada tiap titik-titik pengambilan sampel. Hasil dari analisis fragmentasi menggunakan software *split dekstop 2.0* diolah menggunakan *microsoft excel* untuk dikonversi menjadi grafik distribusi fragmentasi.

ping-dozing bulldozer didapat berdasarkan pengamatan *cycle time ripping* dan *dozing*. Data tersebut diolah menggunakan *microsoft excel* untuk mengetahui rata-rata *cycle time ripping* dan *dozing*. Perhitungan produktivitas *ripping-dozing bulldozer* dihitung bersama dengan variabel-variabel lainnya menggunakan perhitungan manual dengan kalkulator.

Produktivitas *excavator backhoe* didapat berdasarkan pengamatan *cycle time loading*. Data tersebut diolah menggunakan *microsoft excel* untuk mengetahui rata-rata *cycle time loading*. Perhitungan produktivitas *excavator backhoe* dihitung berdasarkan perhitungan manual menggunakan kalkulator.

Data-data yang telah diolah lalu dianalisis keterkaitannya dengan metode *ripping*. Perencanaan upaya perbaikan dilakukan apabila setelah analisis menunjukkan ketidakefektifan dari metode *ripping* aktual.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Efektifitas Metode *Ripping* Aktual dalam Menghasilkan Fragmentasi

Metode *ripping* pada lokasi penelitian menggunakan metode silang siur. Geometri *ripping* aktual (Gambar 4) mempunyai luas kerja 13 meter x 13 meter dengan spasi *ripping* sepanjang 1,6 meter dan kedalaman sedalam 1,1 meter.

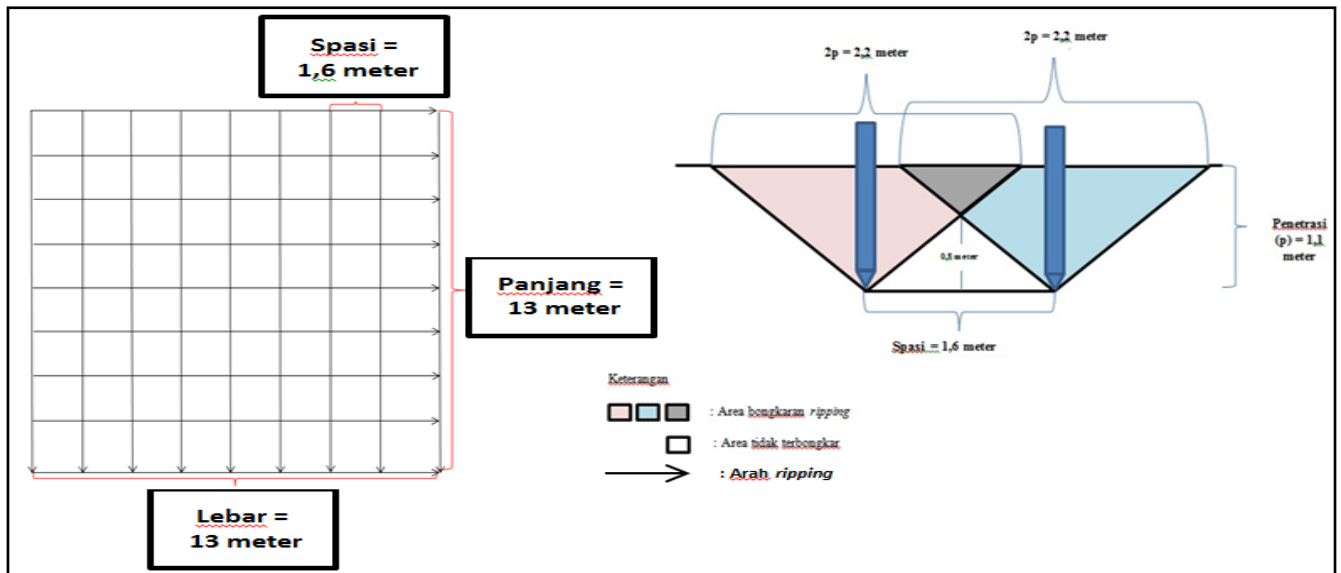
3.2. Hasil Analisis Fragmentasi kondisi aktual

Rekapan data (Tabel 1) dari hasil analisis pada bagian I, II, III, IV, V, dan VI pada kondisi aktual menggunakan *split dekstop 2.0*. Data tersebut mempunyai nilai yang bervariasi pada masing-masing bagian pengambilan sampel. Nilai persen fragmentasi dengan ukuran > 20 cm dapat dilihat pada ayakan 21 - 25 cm dan 26 - 30 cm. Hasil nilai persen fragmentasi ukuran > 20 cm pada bagian I sebesar 14,95 %, bagian II sebesar 14,16 %, bagian III sebesar 21,33 %, bagian IV sebesar 8,33 %, bagian V sebesar 9,34 %, dan bagian VI sebesar 15,27 %. Nilai persen fragmentasi ukuran > 20 cm pada masing-masing bagian masih relatif tinggi. Artinya, masih banyaknya terdapat fragmentasi ukuran > 20 cm yang dihasilkan dari proses *ripping* kondisi aktual. Banyaknya fragmentasi ukuran > 20 cm disebabkan masih banyaknya batubara yang tidak terbongkar sempurna. Berdasarkan teori bongkaran batubara hasil *ripping* [4], area bongkaran *ripping* jika dimodelkan dengan tampak depan (2 dimensi) membentuk segitiga sama sisi dimana tinggi dari segitiga merupakan kedalaman *ripping* (p) dan alasnya sebesar 2 kali kedalaman *ripping* (2p).

Permodelan geometri *ripping* dengan tampak depan (2 dimensi) pada 2 kali penggaruan, akan memperlihatkan besar area yang terbongkar dan tidak. Geometri *ripping* aktual dengan spasi *ripping* 1,6 meter maka dapat dimodelkan seperti Gambar 4. Efektifitas pembongkaran dari metode *ripping* dapat dihitung volume area yang tidak terbongkar pada 2 kali penggaruan atau 2 *trip*. Volume area tidak terbongkar dari material *ripping* metode aktual pada 2 kali penggaruan atau 2 *trip* yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Area tidak terbongkar} &= \text{Volume tidak terbongkar} \\
 &= 0,5 \times \text{alas} \times \text{tinggi} \times \text{panjang } \textit{ripping} \\
 &= 0,5 \times 1,6 \text{ meter} \times 0,8 \text{ meter} \times 11,8 \text{ meter} = 7,55 \text{ BCM}
 \end{aligned}$$

Estimasi area yang tidak terbongkar pada 2 kali penggaruan pada kondisi aktual yaitu dengan spasi 1,6 meter, kedalaman 1,1 meter, dan panjang *ripping* 11,8 meter sebesar 7,55 BCM. Nilai persen fragmentasi > 20 cm pada masing-masing bagian hasil *ripping* geometri aktual yang masih tinggi merupakan hambatan teknis pada *hopper*. Hambatan teknis pada *hopper* dapat menyebabkan kehilangan waktu ketersediaan alat [7]. Berdasarkan hal tersebut, diperlukannya perbaikan fragmentasi hasil *ripping*.



Gambar 4. Geometri ripping actual

Tabel 1. Rekapitulasi analisis distribusi fragmentasi kondisi aktual

No.	Ayakan (cm)	Bagian I (%)	Bagian II (%)	Bagian III (%)	Bagian IV (%)	Bagian V (%)	Bagian VI (%)
1	26 – 30	8,81	6,61	10,53	0,51	2,25	6,71
2	21 – 25	6,14	7,55	10,80	7,82	7,09	8,56
3	16 – 20	10,37	13,04	10,98	16,41	11,71	11,56
4	10 – 15	29,24	37,14	21,32	40,52	43,76	32,12
5	< 10	45,54	35,66	46,37	34,74	35,20	41,05

Estimasi area yang tidak terbongkar pada 2 kali penggaruan pada kondisi aktual yaitu dengan spasi 1,6 meter, kedalaman 1,1 meter, dan panjang ripping 11,8 meter sebesar 7,55 BCM. Nilai persen fragmentasi > 20 cm pada masing-masing bagian hasil ripping geometri aktual yang masih tinggi merupakan hambatan teknis pada hopper. Hambatan teknis pada hopper dapat menyebabkan kehilangan waktu ketersediaan alat [7]. Berdasarkan hal tersebut, diperlukannya perbaikan fragmentasi hasil ripping.

3.3. Upaya Perbaikan Fragmentasi Hasil Ripping.

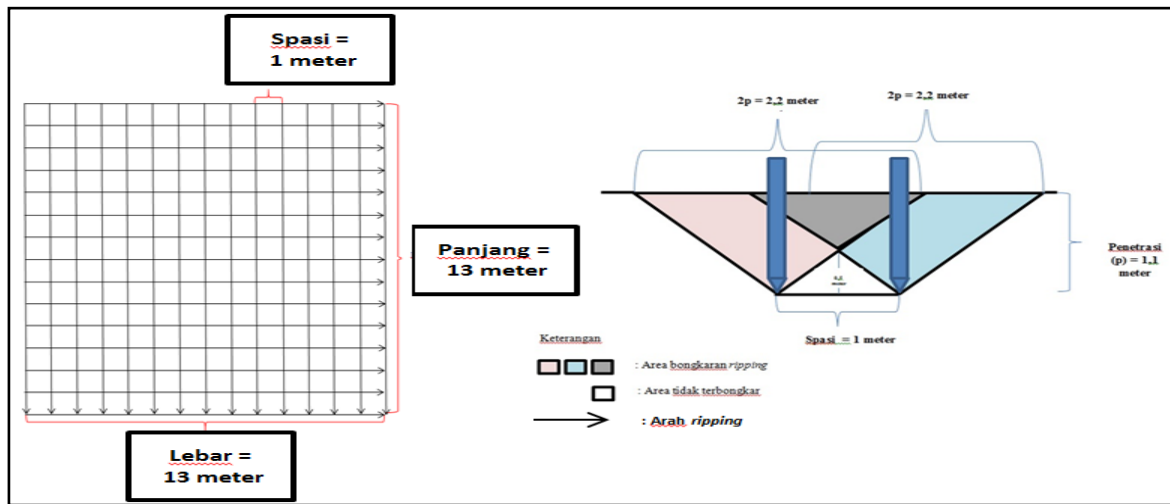
Geometri ripping perbaikan (Gambar 5) mempunyai area kerja dengan luas 13 meter x 13 meter. Kedalaman ripping pada geometri ripping perbaikan sedalam 1,1 meter. Spasi ripping diperpendek menjadi 1 meter karena jarak antara kedua track bulldozer sebesar 2 meter dan apabila titik giant ripper berada ditengah jarak antara kedua track, maka jarak spasi ripping ideal yaitu 1 meter agar hasil ripping pada 1 trip tergilas oleh track bulldozer pada trip selanjutnya. Geometri ripping perbaikan (Gambar 5) mempunyai area kerja dengan luas 13 meter x 13 meter. Kedalaman ripping aktual pada geometri ripping perbaikan sedalam 1,1 meter.

3.4. Hasil Analisis Fragmentasi Kondisi Perbaikan

Dilakukan perbaikan fragmentasi menggunakan geometri ripping perbaikan. Rekap data (Tabel 2) dari hasil analisis pada bagian I, II, III, IV, V, dan VI pada kondisi perbaikan menggunakan split dekstop 2.0 pada masing-masing bagian pengambilan mempunyai nilai yang bervariasi. Nilai persen fragmentasi ukuran > 20 cm dapat dilihat pada ayakan 21 - 25 cm dan 26 - 30 cm. Hasil nilai persen fragmentasi ukuran > 20 cm pada bagian I sebesar 0 %, bagian II sebesar 3,01 %, bagian III sebesar 0 %, bagian IV sebesar 2,79 %, bagian V sebesar 3,30 %, dan bagian VI sebesar 4,32 %. Terjadi penurunan persen fragmentasi ukuran > 20 cm pada masing-masing bagian pengambilan sampel. Artinya, persen fragmentasi ukuran > 20 cm pada kondisi perbaikan lebih baik dari kondisi aktual. Rata-rata hasil persen fragmentasi ukuran > 20 cm pada kondisi aktual sebesar 13,90 % dan kondisi perbaikan sebesar 2,24 %. Berdasarkan rata-rata hasil persen fragmentasi ukuran > 20 cm pada masing-masing kondisi (Tabel 3), penurunan keseluruhan hasil persen fragmentasi ukuran > 20 cm dari kondisi aktual ke kondisi perbaikan adalah sebesar 11,66 %.

Penurunan nilai rata-rata persen fragmentasi pada kondisi aktual ke kondisi perbaikan dapat dimodelkan kedalam suatu grafik (Gambar 6). Grafik tersebut menunjukkan nilai persen fragmentasi ukuran > 20 cm dari masing-masing bagian pengambilan sampel dari kondisi aktual dan kondisi perbaikan.

Penurunan tersebut dikarenakan faktor dari perubahan spasi dari kondisi aktual ke kondisi perbaikan. Spasi yang dirapatkan menjadi 1 meter pada metode usulan dipilih berdasarkan jarak antara kedua *track bulldozer* sebesar 2 meter dan apabila titik *giant ripper* berada ditengah jarak antara kedua *track*, maka jarak spasi *ripping* ideal adalah setengah dari jarak antara *track* yaitu 1 meter agar hasil *ripping* pada 1 *trip* tergilas oleh *track bulldozer* pada *trip* selanjutnya.



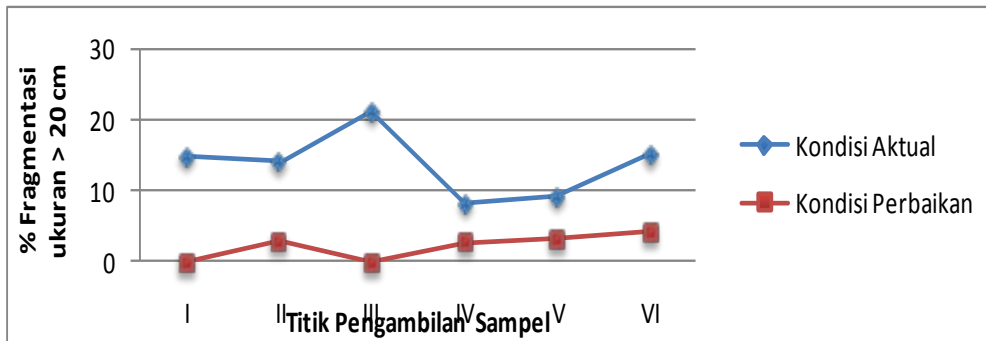
Gambar 5. Geometri *ripping* perbaikan

Tabel 2. Rekapitulasi analisis distribusi fragmentasi kondisi perbaikan

No.	Ayakan (cm)	Bagian I (%)	Bagian II (%)	Bagian III (%)	Bagian IV (%)	Bagian V (%)	Bagian VI (%)
1	26 – 30	0	0	0	0,25	0	2,17
2	21 – 25	0	3,01	0	2,54	3,30	2,15
3	16 – 20	1,24	7,24	2,13	7,22	8,62	5,52
4	10 – 15	41,31	39,34	41,96	42,13	30,23	37,65
5	< 10	57,45	50,41	55,91	47,86	57,85	52,51

Tabel 3. Rata-rata persen fragmentasi ukuran > 20 cm

No.	Nama Sampel	Aktual	Perbaikan
		Persen Fragmentasi Ukuran > 20 cm	Persen Fragmentasi Ukuran > 20 cm
1	Bagian I	14,95	0
2	Bagian II	14,16	3,01
3	Bagian III	21,33	0
4	Bagian IV	8,33	2,79
5	Bagian V	9,34	3,30
6	Bagian VI	15,27	4,32
	Total	83,38	13,42
	Rata – rata	13,90	2,24



Gambar 6. Grafik perbandingan persen fragmentasi ukuran > 20 cm

Permodelan dari geometri *ripping* perbaikan (Gambar 5) tampak depan (2 dimensi) pada 2 kali penggaruan, akan memperlihatkan besar area yang terbongkar dan tidak terbongkar. Estimasi volume area tidak terbongkar dari material *ripping* pada 2 kali penggaruan yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Area tidak terbongkar} &= \text{Volume tidak terbongkar} \\
 &= 0,5 \times \text{alas} \times \text{tinggi} \times \text{panjang } \textit{ripping} \\
 &= 0,5 \times 1 \text{ meter} \times 0,5 \text{ meter} \times 11,8 \text{ meter} = 2,95 \text{ BCM}
 \end{aligned}$$

Jadi, pada 2 kali penggaruan dengan geometri *ripping* perbaikan yaitu dengan spasi 1 meter, kedalaman 1,1 meter, dan panjang *ripping* 11,8 meter menghasilkan estimasi volume area yang tidak terbongkar sebesar 2,95 BCM. Hasil ini lebih kecil daripada kondisi aktual.

3.5. Kinerja Ripper Bulldozer pada Kondisi Aktual dan Perbaikan

Bulldozer yang dipakai adalah tipe CAT D9R yang berdasarkan spesifikasi dipasangkan dengan *giant ripper* [8]. Hasil pengamatan di lokasi penelitian *cycle time ripping* pada kondisi aktual selama 40,68 detik (Tabel 4) dan pada kondisi perbaikan selama 36,18 detik (Tabel 4). Hasil *cycle time dozing* pada kondisi aktual selama 26,57 detik (Tabel 5) dan pada kondisi perbaikan selama 21,84 detik (Tabel 5). *Cycle time* pada kondisi perbaikan lebih cepat daripada kondisi aktual disebabkan spasi geometri *ripping* perbaikan yang semakin kecil. Spasi *ripping* yang semakin kecil menyebabkan bongkaran batubara terberai semakin besar sehingga *ripper* dan *blade* lebih mudah dan lebih cepat melakukan *ripping* dan *dozing* pada *trip-trip* selanjutnya karena material tidak terlalu kompak akibat pengaruh dari *ripping trip* sebelumnya. *Cycle time ripping* pada kondisi perbaikan lebih cepat daripada kondisi aktual disebabkan juga karena waktu balik *ripping* yang cepat dikarenakan jarak balik *ripping* yang semakin pendek. Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas *ripping Bulldozer* CAT D9R BK 99 dari kondisi aktual dan kondisi perbaikan di lokasi penelitian, didapatkan hasil produktivitas *ripping Bulldozer* CAT D9R BK 99 untuk kondisi aktual sebesar 542,19 ton/jam (Tabel 6) dan untuk kondisi perbaikan sebesar 609,34 ton/jam (Tabel 6). Didapatkan produktivitas *ripping bulldozer* CAT D9R BK 99 pada bulan November 2016 dari kondisi aktual sebesar 81.507 ton/bulan (Tabel 6) dan dari kondisi perbaikan sebesar 91.645 ton/bulan (Tabel 6). Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas *dozing Bulldozer* CAT D9R BK 99 dari kondisi aktual dan kondisi perbaikan di lokasi penelitian, didapatkan hasil produktivitas *dozing Bulldozer* CAT D9R BK 99 untuk kondisi aktual sebesar 953,05 ton/jam (Tabel 7) dan untuk kondisi perbaikan sebesar 1.191,22 ton/jam (Tabel 7). Didapatkan produktivitas *ripping bulldozer* CAT D9R BK 99 pada bulan November 2016 dari kondisi aktual sebesar 143.338 ton/bulan (Tabel 7) dan dari kondisi perbaikan sebesar 179.159 ton/bulan (Tabel 7). Taksiran produktivitas gabungan *ripping - dozing* [6] bisa dihitung dengan persamaan 4 sebagai berikut:

$$P_{\text{ripping-dozing}} = \frac{\text{Produktivitas } \textit{ripping} \times \text{Produktivitas } \textit{dozing}}{\text{Produktivitas } \textit{ripping} + \text{Produktivitas } \textit{dozing}}$$

$$P_{\text{ripping-dozing}} \text{ kondisi aktual (ton/bulan)} = \frac{81.507 \text{ (ton/bulan)} \times 143.338 \text{ (ton/bulan)}}{81.507 \text{ (ton/bulan)} + 143.338 \text{ (ton/bulan)}} = 51.960,46 \text{ (ton/bulan)}$$

$$P_{\text{ripping-dozing}} \text{ kondisi perbaikan (ton/bulan)} = \frac{91.645 \text{ (ton/bulan)} \times 179.159 \text{ (ton/bulan)}}{91.645 \text{ (ton/bulan)} + 179.159 \text{ (ton/bulan)}} = 60.630,55 \text{ (ton/bulan)}$$

Hasil produktivitas *ripping-dozing* (ton/bulan) pada kondisi aktual tidak mencapai target produksi dan pada kondisi perbaikan telah melebihi target produksi. Kenaikan produktivitas *ripping-dozing* dari kondisi aktual ke kondisi perbaikan sebesar 16,69 %. Berdasarkan data tersebut, geometri *ripping* perbaikan sangat efektif untuk kenaikan kinerja *ripper bulldozer*, namun kelemahannya memiliki waktu penyelesaian proses *ripping* lebih lama daripada kondisi aktual. Selisih waktu kondisi aktual dan kondisi sebesar 5,89 menit.

Tabel 4. *Cycle time ripper*

Unit	Kondisi	Cycle Time (detik)	Waktu penyelesaian 1 blok 13 meter x 13 meter (menit)
<i>Bulldozer CAT D9R BK 99</i>	Aktual	40,68	12,20
<i>Bulldozer CAT D9R BK 99</i>	Perbaikan	36,18	18,09
	Selisih	4,50	5,80

Tabel 5. *Cycle time bulldozer*

Unit	Kondisi	Cycle Time (detik)
<i>Bulldozer CAT D9R BK 99</i>	Aktual	26,57
<i>Bulldozer CAT D9R BK 99</i>	Perbaikan	21,26
	Selisih	4,50

Tabel 6. Produktivitas *ripper CAT D9R BK 99*

Kondisi	Produktivitas (Ton/Jam)	Jam Jalan Efektif (Jam)	Produktivitas (Ton/Bulan)	Target Produksi Seam C (Ton)	Keterangan
Aktual	542,19	150,4	81.507	60,000	Tercapai
Perbaikan	609,34	150,4	91.645	60,000	Tercapai
Selisih	67,15		10.138		

Tabel 7. Produktivitas *bulldozer CAT D9R BK 99*

Kondisi	Produktivitas (Ton/Jam)	Jam Jalan Efektif (Jam)	Produktivitas (Ton/Bulan)	Target Produksi Seam C (Ton)	Keterangan
Aktual	1191,22	150,4	179.159	60,000	Tercapai
Perbaikan	953,05	150,4	143.338	60,000	Tercapai
Selisih	238,17		35.821		

3.6. Produktivitas *Excavator Backhoe* pada Kondisi Aktual dan Setelah Perbaikan

Tabel 8. *Cycle time excavator backhoe*

Unit	Kondisi	Cycle Time (detik)
<i>Excavator Backhoe</i> Komatsu PC 400 BK 116	Aktual	22,68
<i>Excavator Backhoe</i> Komatsu PC 400 BK 116	Perbaikan	18,98
	Selisih	3,70

Tabel 9. Produktivitas *excavator backhoe* kondisi aktual dan kondisi perbaikan.

Unit Terencana	Produktivitas (Ton/Jam)	Jam Jalan Efektif (Jam)	Produktivitas (Ton/Bulan)	Target Produksi Seam C (Ton)	Keterangan
Komatsu PC 400 BK 116	331,52	228,5	75.752	60.000	Tercapai
Komatsu PC 400 BK 116	396,14	228,5	90.518	60.000	Tercapai
Selisih	64,62		14.776		

Excavator backhoe yang dipakai adalah 2 unit tipe Komatsu PC 400 dengan kapasitas *bucket* 2,8 – 3,2 m³ [9]. *Excavator backhoe* pada proses *loading* menggunakan sistem *top loading* karena kedudukan alat muat lebih tinggi daripada posisi *dump truck* [10]. Produktivitas *excavator backhoe* Komatsu PC 400 dihitung berdasarkan *cycle time loading*. Dari hasil pengamatan di lokasi penelitian, *cycle time* dari pada kondisi aktual selama 22,68 detik (Tabel 8) dan *cycle time* pada kondisi perbaikan selama 18,98 detik (Tabel 8). Berdasarkan perhitungan produktivitas *excavator backhoe* Komatsu PC 400 BK 116 pada kondisi aktual dan kondisi perbaikan, didapatkan produktivitas *excavator backhoe* Komatsu PC 400 BK 116 untuk *loading* batubara seam C Pit 1 Utara Banko Barat pada kondisi aktual sebesar 331,52 ton/jam (Tabel 9) dan pada kondisi perbaikan sebesar 396,14 ton/jam (Tabel 9). Didapatkan produktivitas *loading* batubara seam C pada November 2016 pada kondisi aktual sebesar 75.752 ton/ bulan (Tabel 9) dan pada kondisi perbaikan sebesar 90.518 ton/jam (Tabel 9). Kenaikan dari kondisi aktual ke kondisi perbaikan sebesar sebesar 19,49 %. Kenaikan tersebut disebabkan karena distribusi fragmentasi yang semakin baik dari kondisi aktual ke kondisi perbaikan. Menurunnya persen fragmentasi ukuran > 20 cm dari kondisi aktual ke kondisi perbaikan menyebabkan waktu *loading* yang semakin cepat karena *excavator backhoe* tidak harus memecahkan bongkahan dengan *bucket* dahulu sebelum melakukan *loading*. Waktu *loading* yang semakin cepat berpengaruh kepada produktivitas alat gali muat. Hasil ini berdasarkan data rencana produksi batubara seam C Pit 1 Utara Banko Barat bulan November 2016 sebesar 60.000 ton, produktivitas *excavator backhoe* Komatsu PC 400 BK 116 untuk menggali batubara seam C Pit 1 Utara Banko Barat telah memenuhi target produksi penggalian batubara seam C Pit 1 Utara Banko Barat.

5. KESIMPULAN

Metode *ripping* aktual pada penambangan batubara tambang Banko Barat saat ini belum optimal dimana fragmentasi ukuran > 20 cm relatif masih besar. Perbaikan metode *ripping* dilakukan dengan cara merapatkan spasi *ripping* dari 1,6 meter menjadi 1 meter sehingga diharapkan akan menghasilkan persentase fragmentasi >20 cm yang semakin kecil. Hasil persentase fragmentasi ukuran > 20 cm pada kondisi aktual sebesar 13,90 % dan pada kondisi perbaikan 2,24 % (penurunan sebesar 11,66 %).

Produktivitas *ripping-dozing bulldozer* D9R CAT BK 99 pada kondisi aktual sebesar 51.960,46 Ton/bulan dan pada kondisi perbaikan sebesar 60,630,55 Ton/bulan (kenaikan sebesar 16,69 %). Produktivitas *ripping* dari kondisi aktual dan kondisi perbaikan telah memenuhi target produksi.

Produktivitas *Excavator Backhoe* Komatsu PC 400 BK 116 pada kondisi aktual sebesar 75.752 ton/bulan dan pada kondisi perbaikan sebesar 90,518 ton/bulan (kenaikan sebesar 19,49 %). Produktivitas *excavator backhoe* dari kondisi aktual dan kondisi perbaikan telah memenuhi target produksi. Geometri *ripping* perbaikan dengan spasi 1 meter lebih efektif karena menurunkan persen fragmentasi > 20 cm dan mampu mengoptimalkan produksi excavator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Karpuz, C. and H. Basarir (2015). *Excavatability assessment of surface coal mine*. Coal Production and Processing Technology. London, UK: CRC press, 2015. Page 125-147.
- [2] Puspita, M., Rahman, A., & HAK, A. (2015). Kajian Teknis dan Ekonomis Pemberaian *Interburden* B2C Secara *Ripping* pada Tambang Banko Barat Pit-1 Timur, PT Bukit Asam (Persero), Tbk. UPTE, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Teknik*. Vol 2, No.3.
- [3] Prodjosumarto, P. (1996). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [4] Hasan, H (2008), Penggunaan *Ripper* dalam Membantu *Excavator* pada Pengupaan Overburden Tanpa Peledakan (Blasting) pada Tambang Batubara Skala Kecil. *Jurnal Aplika*. 8(1), 29 -33.
- [5] Anonim. (2000). *Handbook Of Ripping Caterpillar*, Edition 12th. Illinois, USA: Caterpillar.Inc.
- [6] Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma.
- [7] Okatsugara, M., HAK, A., & Yusuf, M. (2014). Kajian Perbandingan Produktivitas *Hopper* dan Alat Angkut untuk Mengatasi Masalah Antrian Alat Angkut dan Meningkatkan Produktivitas *Hopper* Tls 3 Banko Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk. *Jurnal Ilmu Teknik*. Vol.2, No.4.
- [8] Anonim. (2008). *Caterpillar Performance Handbook*, Edition 38. USA: Caterpillar.Inc.
- [9] Indonesianto, Y. (2013). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: UPN “Veteran”.
- [10] Anonim. (2007). *Specification and Application Handbook*. 28th Edition. Komatsu Ltd.